

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**



⑬ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

⑪ N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

2 658 653

⑫ N° d'enregistrement national :

90 01910

⑤① Int Cl<sup>3</sup> : G 21 B 1/02

⑫

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

⑫② Date de dépôt : 16.02.90.

⑫③ Priorité :

⑫④ Date de la mise à disposition du public de la  
demande : 23.08.91 Bulletin 91/34.

⑫⑤ Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche : *Se reporter à la fin du présent fascicule.*

⑫⑥ Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

⑦① Demandeur(s) : *ELECTRICITE DE FRANCE (service  
national) — FR.*

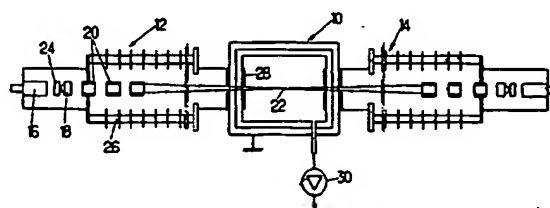
⑦② Inventeur(s) : *Bienvenu Claude.*

⑦③ Titulaire(s) :

⑦④ Mandataire : *Cabinet Plasseraud.*

⑤④ Dispositif de fusion continue à amas d'ions.

⑤⑦ Le dispositif permet de réaliser un processus de fusion en continu. Il comprend au moins un couple de deux générateurs d'amas d'ions alignés (12, 14), dirigeant l'un vers l'autre des faisceaux d'amas ionisés contenant des isotopes lourds de l'hydrogène, ayant des polarités opposées et ayant chacun une énergie au moins égale à 300 keV, et une chambre de collision (10) sous vide destinée à recevoir les faisceaux d'ions et à délimiter un espace où se produisent la collision des faisceaux et le phénomène de fusion, cette chambre étant munie de moyens de récupération d'énergie.



Dispositif de fusion continue à amas d'ions

L'invention a pour objet un dispositif destiné à réaliser un processus de fusion en continu, mettant en oeuvre des amas d'ions d'isotopes lourds de l'hydrogène.

L'article de R. J. Beuhler et autres "Cluster impact fusion", The American Physical Society, septembre 1989, Vol. 63, No. 12, pp. 1292-1295 fait connaître un dispositif de fusion mettant en oeuvre un faisceau focalisé et accéléré d'ions obtenus par décharge corona dans un milieu constitué de molécules d'eau lourde transportées par un gaz vecteur. Les amas sont accélérés pour leur donner une énergie d'environ 300 keV et frappent une cible de deutériure de titane placée dans une chambre maintenue sous vide.

L'analyse des particules émises a permis de constater qu'il se produit effectivement une réaction de fusion entre des atomes de deuterium. Mais, dans un tel dispositif, seules des couches superficielles de la cible solide sont chauffées et comprimées par ondes de choc à un point suffisant pour que des phénomènes de fusion s'y produisent. Le dispositif ne peut en conséquence servir qu'à des fins expérimentales.

L'invention vise à fournir un dispositif destiné à réaliser un processus de fusion en continu suffisamment intense pour générer, sous forme de particules et de rayonnements, une puissance exploitable, ce qui exige un rendement de fusion beaucoup plus élevé que dans l'appareil décrit ci-dessus.

Dans ce but, l'invention propose un dispositif comprenant au moins un couple de deux générateurs d'amas d'ions alignés, dirigeant l'un vers l'autre des faisceaux d'amas ionisés contenant des isotopes lourds de l'hydrogène, ayant des polarités opposées et ayant chacun une énergie au moins égale à 300 keV, et une chambre de collision sous vide destinée à recevoir les faisceaux

d'ions et à délimiter un espace où se produisent la collision des faisceaux et le phénomène de fusion, cette chambre étant munie de moyens de récupération d'énergie.

On connaît à l'heure actuelle des générateurs  
5 permettant d'accélérer jusqu'aux énergies nécessaires des  
amas comprenant 60 à 2600 atomes de deuterium et/ou de  
tritium. La polarisation opposée des amas des deux  
faisceaux favorise leur collision, ce qui a plusieurs  
résultats favorables : une précision élevée sur  
10 l'emplacement exact de focalisation de chaque faisceau  
n'est plus indispensable. L'attraction entre amas d'ions  
de polarités opposées provoque un choc frontal  
développant, au sein même des amas, des ondes de choc  
accroissant la densité des amas. Du fait que la matière  
15 est à l'état dispersé, et non plus condensée comme dans  
le cas d'une cible solide, la probabilité que les ions  
interviennent dans une réaction de fusion, plutôt que de  
dissiper inutilement leur énergie, est accrue par  
comparaison avec l'impact sur une cible solide.

20 La paroi de la chambre de collision assure la  
protection de l'environnement. Elle peut comporter une  
enceinte interne destinée à ralentir les particules et à  
absorber ces particules et les rayonnements afin de  
récupérer sous forme thermique l'énergie dégagée par la  
25 réaction. Dans le cas où l'on met en oeuvre la réaction  
de fusion  $2\text{H}+2\text{H}$ , une fraction importante de l'énergie est  
produite sous forme de protons et la paroi de la chambre  
peut être tapissée d'éléments destinés à recueillir  
directement leurs charges pour produire de l'électricité.

30 Chacun des générateurs peut comporter une source  
d'amas ionisés constituée par une tuyère supersonique  
alimentée par de la vapeur saturée d'eau lourde, éven-  
tuellement mélangée à un gaz vecteur tel que l'hélium, et  
des moyens de création d'une décharge corona dans l'amas  
35 d'ions, leur donnant une polarité négative dans un des  
générateurs, positive dans l'autre. La source peut être

suivie d'un séparateur destiné à ne transmettre que des gouttelettes dont la taille reste dans une plage déterminée. Une lentille d'extraction est placée en aval de la source, et du séparateur s'il est prévu. Les amas ionisés  
5 sont recueillis par un groupe de lentilles de focalisation et une colonne d'accélération, dont la constitution peut être classique, reliée à la chambre de collision par un diaphragme correspondant à la taille transversale du faisceau d'amas ionisés.

10 L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit d'un mode particulier de réalisation donné à titre d'exemple non limitatif. La description se réfère au dessin qui l'accompagne, dans lequel :

15 - la Figure 1 est une vue schématique d'un dispositif, représenté en coupe suivant un plan passant par la direction commune de propagation des faisceaux ;

- la Figure 2 montre une constitution possible d'une source d'amas d'ions.

20 Le dispositif montré schématiquement en Figure 1 peut être regardé comme comprenant une chambre de collision 10 et deux générateurs 12 et 14 alignés et débouchant dans la chambre.

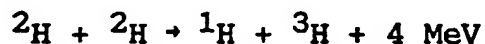
Les générateurs 12 et 14 d'amas d'ions ont la  
25 même constitution, mais les polarités des tensions qui leur sont appliquées sont de sens opposés. Seul le générateur 12 sera décrit. Il comprend une source d'amas d'ions 16, alimentée en vapeur saturée d'eau lourde  $D_2O$ , suivie d'une lentille d'extraction 18 et de lentilles  
30 électrostatiques 20 de focalisation dont les tensions sont réglées pour produire un faisceau focalisé au centre 22 de la chambre 10. Dans le mode de réalisation illustré, un séparateur 24 destiné à limiter la plage de tailles des amas d'ions (c'est-à-dire des gouttelettes  
35 d'eau chargées) est placé en amont de la lentille d'extraction 18. Pratiquement, on recherchera en général

une dimension d'amas conduisant à un taux de réaction de fusion optimal, qui semble être obtenu pour des amas de quelques centaines de molécules.

Le faisceau est admis dans une colonne d'accélération 26 destinée à donner aux amas une énergie dépassant avantageusement 300 keV, car le rendement augmente avec l'énergie et diminue rapidement au-dessous de cette valeur. Un tel générateur permet d'obtenir sans difficultés un courant dont l'intensité est d'environ 10 nA.

Les amas accélérés sont admis, par l'ouverture d'un diaphragme étroit 28, dans une chambre de collision 10 maintenue sous vide par une pompe 30.

La source d'amas d'ions 16 peut avoir la constitution montrée en Figure 2. Elle comporte alors un tube d'ionisation 32 muni d'un ajutage 34 d'alimentation en vapeur d'eau entraînée par un gaz vecteur tel que l'hélium, provenant d'un injecteur 36 de vaporisation et de réglage de débit. L'eau sera généralement essentiellement constituée d'oxyde de deutérium, destiné à permettre la réaction :



Toutefois, des réactions de fusion mettant en oeuvre du tritium  $^3\text{H}$  sont également possibles.

Les molécules d'eau lourde  $^2\text{H}_2\text{O}$  traversent une zone où règne un champ électrique suffisant pour créer une décharge corona donnant naissance à des amas d'ions, par exemple  $(^2\text{H}_2\text{O})_n^+$  pour la source du générateur 12. Le champ est créé, dans le cas illustré, par une tension établie par une source de courant 38 entre une électrode haute tension 40 et une tuyère ultrasonique de détente 42.

La chambre de collision 10 présente des parois permettant d'absorber les particules (protons, deutérons,

hélions) créées ou n'ayant pas réagi et les rayonnements afin de récupérer l'énergie, par exemple à l'aide d'un courant de caloporteur parcourant la paroi. Dans la partie centrale de cette chambre, les faisceaux d'amas  
5  $(^2\text{H}_2\text{O})_n^+$  et  $(^2\text{H}_2\text{O})_n^-$  se rencontrent. Le fait que la matière y soit à l'état entièrement dispersé, ce qui tend à réduire le nombre des collisions provoquant la fusion, est largement compensé par l'attraction due à la polarisation opposée des deux faisceaux et la profondeur,  
10 dans le sens de propagation, de la zone réactive. On peut ainsi se rapprocher de conditions remplissant le critère de Lawson qui fixe le seuil à partir duquel une réaction de fusion entre noyaux de deutérium et/ou de tritium peut s'amorcer et se poursuivre sans apport d'énergie exté-  
15 rieure :

nombre de particules par  $\text{m}^3$  x temps de confinement (en secondes) x température (en °C)  $> 5.10^{28}$ .



REVENDEICATIONS

1. Dispositif destiné à réaliser un processus de fusion en continu, mettant en oeuvre des amas d'ions, caractérisé en ce qu'il comprend au moins un couple de deux générateurs d'amas d'ions alignés (12, 14), dirigeant l'un vers l'autre des faisceaux d'amas ionisés contenant des isotopes lourds de l'hydrogène, ayant des polarités opposées et ayant chacun une énergie au moins égale à 300 keV, et une chambre de collision (10) sous vide destinée à recevoir les faisceaux d'ions et à délimiter un espace où se produisent la collision des faisceaux et le phénomène de fusion, cette chambre étant munie de moyens de récupération d'énergie.
2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que la paroi de la chambre (10) comporte une enceinte interne destinée à ralentir les particules et à absorber ces particules et les rayonnements afin de récupérer sous forme thermique l'énergie dégagée par la réaction.
3. Dispositif selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que chacun des générateurs comporte une source (16) d'amas ionisés constituée par une tuyère supersonique alimentée par de la vapeur saturée d'eau lourde, éventuellement mélangée à un gaz vecteur tel que l'hélium, et des moyens de création d'une décharge corona dans l'amas d'ions, leur donnant une polarité négative dans un des générateurs, positive dans l'autre.

FIG. 1.

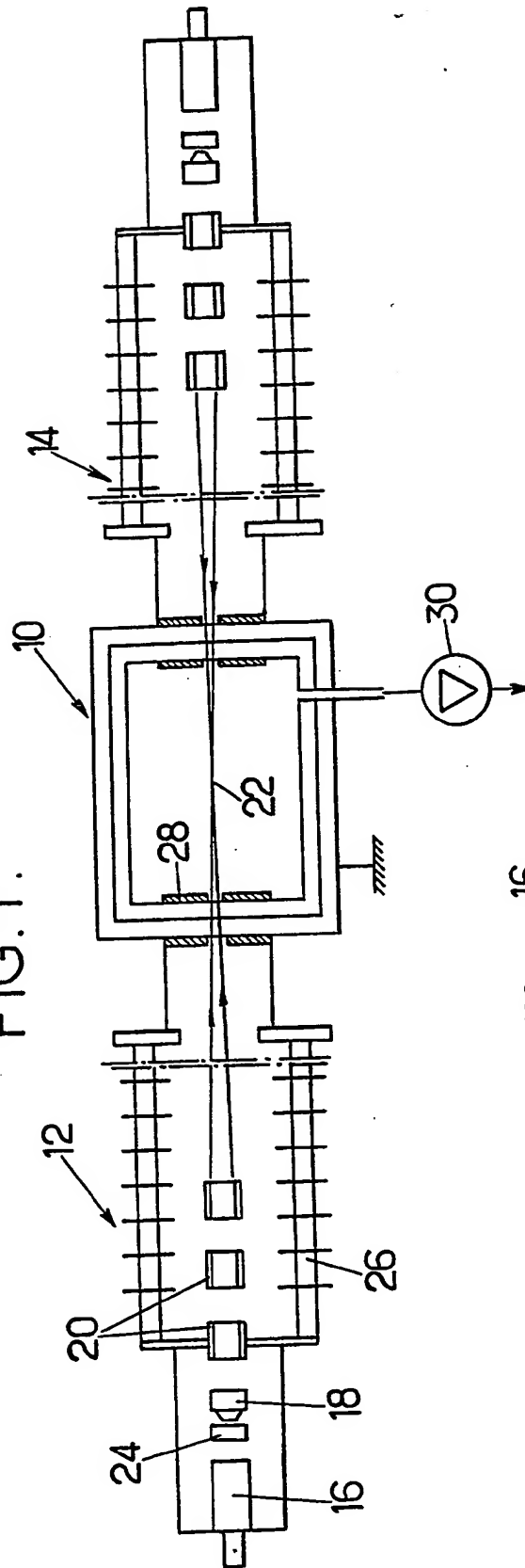
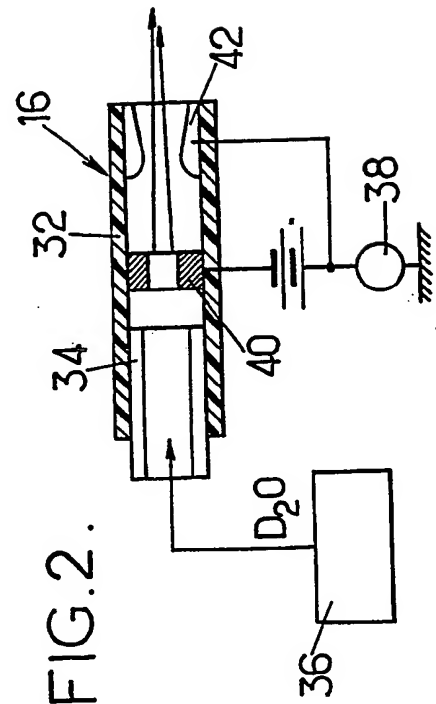


FIG. 2.



2658653

N° d'enregistrement  
national

**INSTITUT NATIONAL**  
**de la**  
**PROPRIETE INDUSTRIELLE**

## RAPPORT DE RECHERCHE

établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

FR 9001910  
FA 438342

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
X	US-A-4 650 630 (J.L. BOYER) * Colonne 3, ligne 35 - colonne 4, ligne 26; figures 1-4 *	1,2
A	---	3
A	US-A-3 155 592 (S. HANSEN et al.) * Colonne 5, lignes 9-67; figures 1,4 * -----	1-3
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
		G 21 B H 05 H
Date d'achèvement de la recherche 08-11-1990		Examineur ERRANI C.
<p><b>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</b></p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul  Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie  A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général  O : divulgation non-écrite</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention  E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.  D : cité dans la demande  L : cité pour d'autres raisons</p> <p>&amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>		

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**